

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019417

International filing date: 24 December 2004 (24.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-435897
Filing date: 26 December 2003 (26.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

06.1.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年12月26日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-435897
[ST. 10/C]: [JP2003-435897]

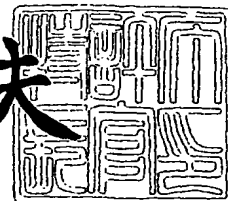
出 願 人
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社



2004年 5月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2004-304234

【書類名】 特許願
【整理番号】 JPP033094
【提出日】 平成15年12月26日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/30
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 大河内 厚
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 山本 太郎
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 竹口 博史
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 京田 秀治
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 吉原 孝介
【特許出願人】
 【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100091513
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 井上 俊夫
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109863
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 水野 洋美
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 034359
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9105399
 【包括委任状番号】 9708257

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を水平に保持する基板保持部と、
基板を保持した基板保持部を鉛直軸回りに回転させる回転駆動機構と、
前記基板保持部に保持された基板の表面と対向して配置され、この基板の周縁から中央部側に伸びるスリット状の吐出口を有する現像液ノズルと、

この現像液ノズルを横方向に移動させる移動機構と、を備え、

基板を鉛直軸回りに回転させると共に、前記吐出口から帯状の現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させて基板の表面に現像液を螺旋状に供給することを特徴とする現像装置。

【請求項 2】

前記吐出口は、幅が 0.1 mm～0.5 mm であり、長さが 8 mm～15 mm であることを特徴とする請求項 1 記載の現像装置。

【請求項 3】

現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液ノズルの現像液の温度を調整するための温度調整部を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の現像装置。

【請求項 4】

現像液ノズルは複数設けられると共に、各現像液ノズル毎に現像液の温度調整を行うための温度調整部が設けられ、前記複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて温度調整がされた現像液ノズルを選択する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の現像装置。

【請求項 5】

一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度が調整されることを特徴とする請求項 4 記載の現像装置。

【請求項 6】

現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方と現像液の温度とを対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて基板に応じた現像液の温度となるように温度調整部を制御する制御部を備えたことを特徴とする請求項 3 ないし 5 のいずれか一に記載の現像装置。

【請求項 7】

各現像液ノズル毎に前記温度調整部に加えて現像液の濃度調整部が設けられ、選択された現像液ノズルの現像液は、レジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液の温度と現像液の濃度とが調整されたことを特徴とする請求項 4 記載の現像装置。

【請求項 8】

一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整されることを特徴とする請求項 7 記載の現像装置。

【請求項 9】

現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方と、現像液の温度及び現像液の濃度と、を対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて基板に応じた現像液の温度及び濃度となるように温度調整部及び濃度調整部を制御する制御部を備えたことを特徴とする請求項 7 または 8 記載の現像装置。

【請求項 10】

表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を基板保持部に水平に保持する工程と

この基板を鉛直軸回りに回転させると共に、基板の表面に対して周縁から中央部側に向かって伸びる帯状の現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させて基板の表面に螺旋状に現像液を供給する工程と、を有することを特徴とする現像処理方法。

【請求項 11】

現像液ノズルの吐出口は幅が0.1mm～0.5mmであり、長さが8mm～15mmであることを特徴とする請求項10記載の現像方法。

【請求項 12】

現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液の温度が調整されることを特徴とする請求項10または11記載の現像方法。

【請求項 13】

現像液の温度が互いに異なる温度に調整された複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じた現像液ノズルを選択する工程を含むことを特徴とする請求項10または11記載の現像方法。

【請求項 14】

一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度が調整される工程を含むことを特徴とする請求項13記載の現像方法。

【請求項 15】

現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液の温度及び濃度が調整されることを特徴とする請求項10または11記載の現像方法。

【請求項 16】

一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整される工程を含むことを特徴とする請求項15記載の現像方法。

【請求項 17】

前記現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させる工程と共に、少なくとも現像液ノズルが現像液の吐出を停止するまでにリンス液ノズルをその近傍に移動させておく工程と、

現像液ノズルが現像液の吐出を停止した後に、次いでリンス液を基板の表面に供給する工程と、を有することを特徴とする請求項10ないし16のいずれか一つに記載の現像処理方法。

【請求項 18】

現像液を供給する工程は、現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させる動作を複数回行うことを特徴とする請求項10ないし16のいずれか一つに記載の現像処理方法。

【請求項 19】

現像液を供給する工程は、ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動した後に、所定の時間中央部に現像液を供給する工程を含むことを特徴とする請求項10ないし16のいずれか一つに記載の現像処理方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】現像装置及び現像処理方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、その表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を現像する現像装置及び現像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体製造工程の一つであるフォトリソ工程においては、半導体ウエハ（以下、ウエハという）の表面にレジストを塗布し、このレジストを所定のパターンで露光した後に、現像してレジストパターンを形成している。このような処理は、一般にレジストの塗布・現像を行う塗布・現像装置に、露光装置を接続したシステムを用いて行われる。

【0003】

従来の現像装置としては、例えば図11に示すように、基板保持部1上にウエハWを水平に保持し、このウエハWの表面から僅かに浮かせた位置に細孔の吐出孔を有する現像液ノズル11を配置する。そしてウエハWを鉛直軸回りに回転させると共に、現像液ノズル11から現像液を吐出しながらウエハWの回転半径方向に当該現像液ノズル11を移動させることにより、ウエハWの表面には螺旋状に現像液が液盛りされる（図11（a））。そしてウエハWの表面に現像液12を液盛りした状態で所定の現像時間例えば60秒が経過するまで静止現像を行った後（図11（b））、リンス液ノズル13からウエハWの中央にリンス液14例えば純水を供給する（図11（c））。これにより現像液に対して不溶解性の部位のレジストが残って所定のレジストパターンを得ることが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

また他の手法として、例えば図12に示すように、移動方向において前後に配置した現像液ノズル11とリンスノズル13とを例えば図示しない共通のノズルアームに支持させた構成とし、基板保持部1上のウエハWを鉛直軸回りに回転させると共に、現像液及びリンス液を各々吐出しながら現像液ノズル11及びリンスノズル13をウエハWの一端縁から中央部に向かって移動させる。これによりウエハWの表面に供給された現像液をリンス液で速やかに除去しながら現像する手法が知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0005】

【特許文献1】特開平7-203302号公報

【特許文献2】特開2001-284206号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら上述の現像手法では、以下のような問題がある。即ち、特許文献1のようにウエハWの表面に現像液を液盛りしてパドル方式の現像（静止現像）を行う場合、レジストは一般的に疎水性であるため、液盛りする量が少なすぎると表面張力によりウエハW上にある液同士が引っ張りあってブルバック現象となってしまう、結果として現像されない部位ができる場合がある。そのため、表面張力により液同士が引っ張りあっても表面全体が現像液で覆われるように、ウエハWの表面に液盛りする現像液の量を多くしなければならず、その結果、現像液の使用量が多くなってしまふ。

【0007】

現像液は、その使用量が多いと製造コストが割高になってしまう懸念がある。そのため、特許文献2のように静止現像を行わないパドルレス方式の検討がなされているが、細孔の吐出孔から現像液を供給する場合、例えば吐出孔の径を細くして現像液の使用量を削減しようとする、ウエハW全面へ現像液を供給する時間が長くなってしまい、現像処理時間が長時間化するだけでなく、ウエハWの面内で均一な現像時間を確保できない懸念があ

る。

【0008】

また他の問題として、現像液に対し溶解性の低いレジストを用いた場合、特許文献2のように現像液ノズルの後方に配置したリンスノズルから純水を供給して直ちに現像液を除去すると、特に現像液に対して溶解性の低いレジストを処理する場合には十分な現像時間を確保できなくなり、例えばパターン側面の下部側が現像されないアンダー現像と呼ばれる状態となる場合がある。その結果、現像により得られるレジストパターンの線幅精度が面内でばらついてしまう場合がある。

【0009】

なお、前記「現像時間」とは、レジスト界面に現像液が触れている時間であり、「十分な現像時間」とは、予定とする線幅寸法が得られるまでレジストが溶解する時間を意味する。特に説明しない限り以下においても同じである。また「現像処理時間」とは、例えばウエハWが現像装置内に搬入されてから処理を終えて当該装置の外部へ搬出されるまで一連の工程に要する時間を意味する。特に説明しない限り以下においても同じである。

【0010】

本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、その表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を現像するにおいて、少ない現像液量で短時間に現像できる現像装置及び現像処理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の現像装置は、表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を水平に保持する基板保持部と、

基板を保持した基板保持部を鉛直軸回りに回転させる回転駆動機構と、

前記基板保持部に保持された基板の表面と対向して配置され、この基板の周縁から中央部側に伸びるスリット状の吐出口を有する現像液ノズルと、

この現像液ノズルを横方向に移動させる移動機構と、を備え、

基板を鉛直軸回りに回転させると共に、前記吐出口から帯状の現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させて基板の表面に現像液を螺旋状に供給することを特徴とする。

【0012】

前記吐出口は、例えば幅が0.1mm~0.5mmであり、長さが8mm~15mmで形成することができる。また上記現像装置は現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液ノズルの現像液の温度を調整するための温度調整部を備えた構成であってもよい。更に現像液ノズルは複数設けられると共に、各現像液ノズル毎に現像液の温度調整を行うための温度調整部が設けられ、前記複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて温度調整がされた現像液ノズルを選択する手段を備えた構成であってもよく、この場合、一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度が調整されるようにしてもよい。また現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方と現像液の温度とを対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて基板に応じた現像液の温度となるように温度調整部を制御する制御部を備えた構成であってもよい。

【0013】

更に各現像液ノズル毎に前記温度調整部に加えて現像液の濃度調整部が設けられ、選択された現像液ノズルの現像液は、レジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液の温度と現像液の濃度とが調整された構成であってもよく、この場合一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整されるようにしてもよい。更には、現像処理を行う基板上のレジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方と、現像液の温度及び現像液の濃度と、を対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて基板に応じた現像液の温度及び濃度となるように温度

調整部及び濃度調整部を制御する制御部を備えた構成であってもよい。

【0014】

本発明の現像方法は、表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を基板保持部に水平に保持する工程と、

この基板を鉛直軸回りに回転させると共に、基板の表面に対して周縁から中央部側に向かって伸びる帯状の現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させて基板の表面に螺旋状に現像液を供給する工程と、を有することを特徴とする。

【0015】

前記現像液ノズルの吐出口は例えば幅が0.1mm～0.5mmであり、長さが8mm～15mmである。また現像処理を行う基板上的レジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液の温度が調整されるようにしてもよい。現像液の温度が互いに異なる温度に調整された複数の現像液ノズルの中から、現像処理を行う基板上的レジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じた現像液ノズルを選択する工程を含むようにしてもよく、この場合一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度が調整される工程を含むようにしてもよい。更には、現像処理を行う基板上的レジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に応じて現像液の温度及び濃度が調整されるようにしてもよく、この場合一の現像液ノズルが選択されている間に、他の現像液ノズルについて現像液の温度及び現像液の濃度が調整される工程を含むようにしてもよい。

【0016】

更に前記現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させる工程と共に、少なくとも現像液ノズルが現像液の吐出を停止するまでにリンス液ノズルをその近傍に移動させておく工程と、現像液ノズルが現像液の吐出を停止した後に、次いでリンス液を基板の表面に供給する工程と、を含むようにしてもよい。また現像液を供給する工程は、現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動させる動作を複数回行うようにしてもよく、ノズルを基板の周縁から中央部に向かって移動した後に、所定の時間 中央部に現像液を供給する工程を含むようにしてもよい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、鉛直軸回りに回転する基板に対して、その周縁から中央部側に向かって伸びる帯状の現像液を供給する構成とすることにより、現像液ノズルの移動速度を大きく設定して現像時間の短縮化を図ることができる。また厚みの薄い現像液の液膜を形成することができるので、現像液の使用量を少なくすることができる。

【0018】

本発明によれば、レジストの種類毎に所定の温度に調節した現像液を基板の表面に供給して現像を行う構成とすることにより、例えば溶解性の低いレジストの現像時間を短縮化することができるので、例えば溶解性の高いレジストのプロセス条件に設定した現像装置を用いて溶解性の低いレジストも処理することができる。即ち、現像液の温度を調節してレジストの溶解性を制御することにより、溶解性の異なる種々のレジストが塗布された基板を共通の現像装置により処理することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の実施の形態に係る現像装置について図1及び図2を参照しながら説明する。図中2は基板例えばウエハWの裏面側 中央部を吸引吸着して水平姿勢に保持するための基板保持部であるスピンチャックである。スピンチャック2は回転軸21を介して駆動機構22と接続されており、ウエハWを保持した状態で回転及び昇降可能なように構成されている。

【0020】

スピンチャック2上のウエハWを囲むようにして上方側が開口するカップ3体が設けら

れている。このカップ体3は、上部側が四角状であり下部側が円筒状の外カップ31と、上部側が内側に傾斜した筒状の内カップ32とからなり、外カップ31の下端部に接続された昇降部33により外カップ31が昇降し、更に内カップ32は外カップ31の下端側内周面に形成された段部に押し上げられて昇降可能なように構成されている。

【0021】

またスピynchャック2の下方側には円形板34が設けられており、この円形板34の外側には断面が凹部状に形成された液受け部35が全周に亘って設けられている。液受け部35の底面にはドレイン排出口36が形成されており、ウエハWからこぼれ落ちるか、あるいは振り切られて液受け部35に貯留された現像液やリンス液はこのドレイン排出口36を介して装置の外部に排出される。また円形板34の外側には断面山形のリング部材37が設けられている。なお、図示は省略するが、円形板34を貫通する例えば3本の昇降ピンが設けられており、この昇降ピンと図示しない基板搬送手段との協働作用によりウエハWがスピynchャック3に受け渡しできるように構成されている。

【0022】

続いてウエハWに現像液を供給するための現像液供給手段について説明する。スピynchャック3に保持されたウエハWの表面と対向するようにして、昇降及び水平移動可能な第1の現像液ノズル4A及び第2の現像液ノズル4Bが設けられている。第1の現像液ノズル4Aについて図3及び図4を用いて詳しく説明するが、第2の現像液ノズル4Bの構成は第1の現像液ノズル4Aと同じであるから、以下の説明において第2の現像液ノズル4Bの各構成には符号に「B」を付することで詳しい説明を省略する。図3に示すように、第1の現像液ノズル4Aは例えば下方に向かって幅が狭くなるようにくさび形に形成されており、その下端面には帯状の現像液を吐出するための例えば長さL1が8～15mm、幅L2が0.1～0.5mmの範囲内で形成される例えばスリット状の吐出口41Aが設けられている。この吐出口41Aは、その長さ方向がウエハWの周縁から中央部側に向かうように配置されている。ここで「周縁から中央部側に向かって伸びるスリット状」とは、ウエハWの一端縁から中央部に向かう直線（半径）に沿って伸びる場合だけでなく、この線に対して僅かに角度をもたせて交差させている場合も含まれる。また「帯状」とは、水平断面が厳密に長方形をなしていなくともよく、例えば台形状であったり、各辺が波形状である場合も帯状に含まれる。

【0023】

また図4に示すように、吐出口41Aは、内部に形成された液貯留部42Aと連通している。液貯留部42Aは供給路例えば現像液配管43Aの一端が接続され、この現像液配管43Aの他端側は現像液の供給源44Aと接続されている。現像液配管43Aの途中には、現像液の温度を調節するための主温度調節部45A例えば熱交換器、及び図示しない送液手段例えば吐出ストロークを変えることで吐出流量を調節可能なベローズポンプ等が設けられている。更に、現像液配管43Aの一部例えば第1の現像液ノズル4Aの上端面近傍からある程度上流側に亘る部位には、その外側を囲むようにして温調水の流路例えば温調水用配管46Aが設けられ、これにより現像液配管43Aと温調水用配管46Aとが重なり合う二重管47Aが形成されている。即ち、当該二重管47Aは補助温度調節部を構成しており、現像液と温調水の流路を仕切る管壁を介して現像液と温調水との間で熱交換が行われ、現像液が所定の温度に温調される。更に二重管47Aの両端から伸びる温調水用配管46Aは互いに繋がって循環路を形成しており、この循環路の途中には温調水貯留部48A及び温調水の温度を調節する温度調節部49A例えば熱交換器が設けられている。即ち、二重管47Aである主温度調節部45A及び補助温度調節部である二重管47Aにより現像液が所定の温度例えば5～60℃に温調可能なように構成されている。なお、ここでいう「主」、「補助」は説明の便宜上付したものである。更に必ずしも主温度調節部45A及び補助温度調節部である二重管47Aの両方を備えていなくともよく、いずれか一方であってもよい。

【0024】

説明を図2に戻すと、現像液ノズル4A（4B）は支持部材であるノズルアーム5A（

5 B) の一端側に支持されており、このノズルアーム 5 A (5 B) の他端側は図示しない昇降機構を備えた移動基体 5 1 A (5 1 B) と接続されており、更に移動基体 5 1 A (5 1 B) は例えばユニットの外装体底面にて Y 方向に伸びるガイド部材 5 2 A (5 2 B) に沿って横方向に移動可能なように構成されている。また図中 5 3 は現像液ノズル 5 の待機部であり、このノズル待機部 5 3 でノズル先端部の洗浄などが行われる。

【0025】

ウエハ W の表面と対向するようにリンス液例えば純水を吐出するための細孔の吐出孔 6 0 を有する水平移動及び昇降自在なリンス液ノズル 6 が設けられている。リンス液ノズル 6 には供給路例えばリンス液配管 6 1 の一端が接続されており、このリンス液配管 6 1 の他端側はリンス液の供給源 6 2 と接続され、その途中には図示しない送液手段例えば吐出ストロークを変えることで吐出流量を調節可能なペローズポンプ等が設けられている。更にリンス液ノズルはノズルアーム 6 3 を介して図示しない昇降機構を備えた移動基体 6 4 と接続されており、この移動基体 6 4 は前記ガイド部材 5 2 A に沿って第 1 の現像液ノズル 4 A と干渉しないで横方向に移動可能なように構成されている。また図中 6 5 はリンス液ノズル 6 の待機部である。

【0026】

図中 7 は制御部であり、この制御部 7 は駆動機構 2 2、昇降部 3 3、移動基体 5 1 A、5 1 B、6 4 の動作を制御する機能を有している。更にこの制御部 7 は、ウエハ W の表面に供給された現像液が前記所定の温度となるように主温度調節部 4 9 A (4 9 B) 及び補助温度調節部である二重管 4 7 A (4 7 B) の温調動作を制御する機能を有している。より詳しく説明すると、制御部 7 の備えた記憶部例えばメモリにはレジストの種類に対応付けて例えば 5 ~ 60 °C の範囲内で決められた現像液の温度設定値の情報が記憶されており、現像処理しようとするウエハ W に塗布されたレジストの種類に基づいて現像液の温度設定値が決められる。つまり現像液に対するレジストの種類毎の溶解特性に応じて現像液の温度が制御される。なおレジストの種類に応じて現像液の温度設定値を決めることができれば必ずしも制御部 7 のメモリに情報を記憶させていなくともよく、例えばオペレータが制御部 7 の入力手段を介して温度設定値を入力するようにしてもよい。

【0027】

ここでレジストの種類に対応付けた現像液の温度設定値について一例を挙げておくと、例えば KrF 光源用のレジストであって、例えば現像液に対して溶解性の低いレジスト種類であった場合には現像液の温度設定値を高く例えば 40 ~ 60 °C に設定する。更に例えば近年適用可能性が検討されている ArF 光源用のレジストであって、例えば現像液に対して溶解性の高いレジスト種類であった場合には現像液の温度設定値を低く例えば 20 ~ 40 °C に設定する。更には I 線、G 線などの光源用レジストのように、低温で溶解性が促進されるレジストの場合には温度設定値を例えば 10 ~ 20 °C に設定する。通常は KrF 又は ArF 用であるかはその溶解速度で区別されており、KrF 用のものであるか、ArF 用のものであるかによって温度をきめるのではなく、レジストの溶解が促進される温度が高温側にあるか低温側にあるを把握し、そしてその具体的な温度を設定するのである。

【0028】

続いて、上記現像装置を用いて基板であるウエハ W を現像する工程について説明する。先ず、外カップ 3 1、内カップ 3 2 が下降位置にあり、現像液ノズル 4 A、4 B 及びリンスノズル 6 がノズル待機部 5 3、6 5 の上方に夫々配置された状態において、その表面にレジストが塗布され、更に露光された後のウエハ W が図示しない基板搬送手段により搬入されると、この基板搬送手段と図示しない昇降ピンとの協働作用によりウエハ W はスピチャック 2 に受け渡される。一方、例えばウエハ W がスピチャック 2 に受け渡されるまでの間に、制御部 7 ではこのウエハ W に塗布されたレジストの種類と前記メモリ内の情報とに基づいて現像液の温度の設定値が決められ、かつ選択した現像液ノズル 4 A (あるいは 4 B) の現像液の温度がこの温度設定値となるように例えば温度調節部 4 9 A 及び二重管 4 7 A により温度調節が行われる。即ち、制御部 7 は、現像液ノズル 4 A、4 B の中から現像を行うウエハ W に応じて温度調節がされた現像液ノズル 4 A (あるいは 4 B) を選

択したことになる。

【0029】

次いで、外カップ31及び内カップ32が上昇位置に設定されると共に、図5(a)に示すように、現像液の吐出開始位置である例えばウエハWの一端側の外縁から僅かに外側であってかつウエハWの表面から僅かに高い位置に吐出口41Aが設定されるようにいずれか一方の現像液ノズル例えば現像液ノズル4Aを配置すると共に、例えばウエハWの他端側の外縁から僅かに外側であってかつウエハWの表面から僅かに高い位置に吐出孔60が設定されるようにリンス液ノズル6を配置する。なお、他方の現像液ノズルである現像液ノズル4Bはノズル待機部53の上方で待機したままであるが、詳しくは後述するように、このウエハWが現像処理される間に次のウエハWの処理を行うための準備動作が行われる。

【0030】

しかる後、図5(b)に示すように、ウエハWを鉛直軸回りに例えば1000～1200rpmの回転速度で回転させると共に、吐出口41Aから現像液を帯状に吐出しながら現像液ノズル4AをウエハWの回転半径方向、つまりウエハWの外側から中央側に向かって移動させる。ノズルの移動速度は、例えば8インチサイズのウエハWの場合に1～2秒でウエハWの中央部上方に吐出口41Aが到達するように設定する。なお、前記ウエハWの回転速度及びノズルの移動速度の設定値は、例えばウエハWの半径方向に隙間なく現像液が並べられるように、帯状の現像液の幅つまり吐出口4A(4B)の長さの設定値に基づいて例えば計算により又は予め試験を行って決定する。

【0031】

そのため吐出口41Aから帯状に吐出された現像液100は、例えば図6に模式的に示すように、ウエハWの外側から内側に向かって互いに隙間なくかつ重なり合わないようにならべられていき、これによりウエハWの表面全体に螺旋状に現像液が供給される。図7に示すように、このときウエハWは回転していることから遠心力の作用によりウエハWの表面に沿って現像液は外側に広がり、結果としてウエハWの表面には薄膜状の液膜が形成される。そして現像液にレジストの溶解性の部位が溶解して、その後にパターンを形成する不溶解性の部位が残ることとなる。

【0032】

その一方で、例えば現像液ノズル4Aの移動開始のタイミングに併せて、ウエハWの回転半径方向に第1の現像液ノズル4Aと対向してリンス液ノズル6を同期に移動させて現像液ノズル4Aの近傍にリンス液ノズル6を設定する。つまりウエハWの中央部上方であるリンス液吐出位置の少し手前で停止させておく。

【0033】

第1の現像液ノズル4Aは、前記所定の時間の吐出をした後、吐出動作を停止して速やかに後退する。次いで図5(c)に示すように、この第1の現像液ノズル4Aと入れ替わるようにしてリンス液ノズル6がウエハWの中央部上方に配置され、速やかにリンス液ノズル6から例えば所定の時間だけリンス液を吐出してウエハWの表面にリンス液を供給する。第1の現像液ノズル4Aとリンス液ノズル6の入れ替えは瞬時あるいは極めて短時間で行えるので、この例では第1の現像液ノズル4AをウエハWの外側から中央側に向かって移動させた時間が現像時間に相当する。なお、リンス液は少なくとも現像液が乾く前に供給すればよく、現像液の吐出を停止した後、例えばレジストの溶解速度に応じて十分な現像時間を確保するために例えば1～2秒程度時間をあけてリンス液を供給するようにしてもよい。この場合には現像液ノズル4Aの移動時間と、現像液ノズル4Aが後退してからリンス液を供給するまでに要した時間を合計したものが現像時間となる。

【0034】

ウエハWの表面に供給されたリンス液は、回転するウエハWの遠心力の作用により表面に沿って外側に広がり、ウエハW表面のレジスト溶解成分を含む現像液を洗い流し、これによりウエハWの表面が洗浄される。続いて、リンス液の吐出を停止したリンス液ノズル6が後退すると、図5(d)に示すように、ウエハWを例えば2000rpmの回転速度

で高速回転させて表面の液を振り切るスピン乾燥がなされる。しかる後、外カップ31及び内カップ32が下降し、図示しない基板搬送手段によりウエハWが搬出されて現像処理を終了する。

【0035】

ここで、あるロットのウエハWについて現像液ノズル4Aを用いて現像処理が行われ、そのロットが終了して、次のロットの先頭のウエハWを現像処理する場合には、例えば当該ウエハWを現像処理する前までに、待機している他方の現像液ノズル4Bについて、次のロットのウエハWのレジストに応じた温度設定値が決められると共に主温度調節部45B及び二重管47Bにより温度調節が行われ、当該現像液ノズル4Bを選択して既述の工程と同様にして現像処理が行われる。そして更に次のロットのウエハWを処理する場合には、このロットのウエハWに現像処理がなされている間にノズル待機部53の上方で待機している第1の現像液ノズル4Aの準備動作が同様にして行われる。

【0036】

上述の実施の形態によれば、鉛直軸回りに回転するウエハWに対して、その回転方向に伸びる帯状の現像液を供給する構成とすることにより、以下のような効果を得ることができる。即ち、吐出口41A(41B)を長く設定することにより幅の広い帯状の現像液をウエハWの表面に並べることができるので、ウエハWの半径方向に隙間なく現像液を並べて行くようにすれば、結果として現像液ノズル4A(4B)の移動速度を大きく設定することとなる。このため、現像処理時間の短縮化を図ることができる。また吐出口41A(41B)の幅を狭く設定することにより、ウエハWの表面に塗られる現像液の厚みを薄くすることができる。このため、現像液に供給する現像液の量を少なくすることができる。パドル方式の現像の場合、12インチサイズのウエハWには70mlの現像液が必要であったのに対し、本例の方式では16.7mlの現像液量で同等の線幅精度の現像ができたことを発明者らは実験を行って確認している。なお、吐出口41A(41B)が長すぎると、ウエハWの中央部付近において着液が乱れてミストが発生してしまい、反対に小さすぎるとウエハWの回転速度を速くしなければならず周縁部の現像液がウエハWから振り飛ばされてしまう。また吐出口41A(41B)の幅が広すぎると、その分現像液の厚みが大きくなり現像液の使用量が多くなり、反対に狭すぎるとうまく帯状に吐出できない場合がある。従って既述したように吐出口41A(41B)は長さ8~15mm、幅0.1~0.5mmに設定するのが好ましい。

【0037】

上述の実施の形態によれば、現像が行われている間はウエハWを回転させる構成とすることにより、レジスト溶解成分をレジスト表面、厳密にはレジストパターンの谷間にあたる部位から溶解成分を掻き出して除去することができる。レジスト溶解成分がレジスト表面近傍に残っていると、その後に溶解する部位例えば底部側にあるレジストの溶解の進行を妨げてしまう。しかし、本例のようにウエハWを回転させることにより、溶解成分を速やかに除去することができるので、静止現像の場合に比べて溶解成分の影響を格段に少なくすることができ、結果として高精度な線幅のレジストパターンを得ることができる。なおウエハWは常に回転させていなくともよく、例えば所定の時間だけ静止させて間欠的に回転させるようにしても前記した場合と同様の効果を得ることができる。

【0038】

上述の実施の形態によれば、例えば現像液ノズル4A(4B)の移動のタイミングに併せてリンス液ノズル6を移動させ、ウエハWの中央部上方であるリンス液吐出開始位置の近傍に当該リンス液ノズル6を配置させる構成とすることにより、現像液ノズル4A(4B)からの現像液の供給動作を停止した後に、速やかにリンス液をウエハW供給することができるので、結果として現像処理時間を短縮化することができる。なお、本例においては、現像液ノズル4A(4B)とリンス液ノズル6とを各々独立して設けた構成に限られず、現像液ノズル4A及び4Bの各々のノズルアーム5A及び5Bにリンス液ノズル6を夫々設けた構成としてもよい。更には、既述のようにウエハWの中央部上方にて現像液ノズル4A(4B)とリンス液ノズル6との配置の入れ替えを行う構成に限られず、リ

ンス液の吐出孔をウエハWの中央側に傾斜させておき、ウエハWの中央部上方の近傍からリンス液を供給するようにしてもよい。

【0039】

上述の実施の形態によれば、レジストの種類毎に所定の温度に調節した現像液をウエハWの表面に供給して現像を行う構成とすることにより、例えば溶解性の低いレジストであっても予定とする線幅が得られる現像時間を短縮化することができる。このため溶解性の低い（溶解速度の遅い）レジストの現像時間を、溶解性の高いレジストの現像時間と揃えることができるかあるいは両者の時間差を小さくすることができるので、例えば溶解性の高いレジストのプロセス条件に設定した現像装置を用いて溶解性の低いレジストも処理することができる。図8は、ある現像液について現像時間とパターンの線幅の関係を現像液の温度をパラメータとして示したものであり、(1)はクリーンルームの温度である23℃の場合、(2)は50℃の場合を示している。この例の現像液は温度が高い程溶解速度が早く、目標の線幅を150nmとすると、23℃に設定した場合には50～60秒必要であったところ、50℃に設定することにより、10秒程に短縮できることを本発明者らは実験を行って確認している。即ち、現像液の温度を調節してレジストの溶解性を制御することにより、溶解性の異なる種々のレジストが塗布されたウエハWを共通の現像装置により処理することができる。なお、必ずしも溶解性の高いレジストの現像時間に揃える必要はなく、例えば駆動機構の仕様などハード面の制限がある場合などには例えば中間の溶解性を有するレジストの現像時間に揃えるようにしてもよい。

【0040】

ここで例えば同じ温度の現像液を用いた場合、レジストの種類によって現像時間が異なることは上述したとおりであるが、例えば同種のレジスト及び同じ線幅の目標値であっても形成しようとするパターン形状例えばパターンが密であるか又は粗いかななどによっても僅かではあるが現像時間が異なってくる。従って本例においてはレジストの種類に応じて現像液の温度を調整する構成に限られず、パターン形状（線幅の目標値、パターンの密度及びパターンそのものの形状の少なくとも一方）に応じて現像液の温度を調整するようにしてもよく、更にはレジストの種類及びパターンの両方に応じて温度を調整するようにしてもよい。パターンに応じた温度の具体例としては、例えばパターンが密な場合には現像液の温度を低く設定し、パターンが粗い場合には現像液の温度を高く設定することが一例として挙げられる。またパターンそのものの形状としては、例えばその形状が例えば直線状、円柱状にレジストを溶解させるホール状のものであるかにより温度が決められ、更にはそれらの形状の占める割合などによっても温度が調整される。

【0041】

上述の実施の形態によれば、独立して異なる現像液の温度に調節可能な2本の現像液ノズル4A、4Bを備え、一方の現像液ノズル4A（4B）を用いてウエハWを処理している間に、他方の現像液ノズル4B（4A）は次に処理するウエハWに応じた温度に現像液を調節する準備動作を行う構成とすることにより、前のウエハWの処理を終えた後、次のウエハWへの現像液の供給を速やかに行うことができる。このため複数枚のウエハWを繰り返し処理する場合に高いスループットを確保することができる。

【0042】

上述の実施の形態によれば、帯状に吐出される現像液の幅、つまり吐出口41A（41B）の長さの設定値に基づいて、ウエハWの半径方向に隙間なく現像液を並べられるように現像液ノズル4A（4B）の移動速度及びウエハWの回転速度を設定する構成とすることにより、本例のように回転するウエハWの遠心力の作用により現像液の液流れが形成される場合であっても、ウエハWの未現像領域に新鮮な現像液が供給されるようにすることができる。このためレジスト溶解成分を含む現像液が最初に供給される領域がないかあるいは極めて少なくすることができるので、レジスト溶解成分の影響を抑えることができ、結果として高精度な線幅のパターンが得られることが期待できる。なお、厳密には現像液供給時において隣り合う現像液同士に僅かな隙間があったり、隣り合う帯状の現像液の一部が重なりあってもウエハWが回転することで現像液がつながるので、この場合も

権利範囲に含まれる。

【0043】

更に本発明においては、レジストの種類及びパターン形状の少なくとも一方に基づいて現像液の温度を調整する構成に限られず、例えばレジストの種類及びパターンの少なくとも一方に基づいて現像液の温度及び現像液の濃度を調整するようにしてもよい。この場合であってもレジストの溶解速度を制御することができるので、上述の場合と同様の効果を得ることができる。具体的には既述の実施の形態において温度を調整する代わりに温度の調整に加えて現像液の温度も併せて調整する例が挙げられる。現像液の濃度を調整する手法の一例としては現像液と混合する純水の流量比を図示しない流量調整部により変えることによって調整してもよく、あるいは例えば互いに異なる濃度の現像液を供給可能なように複数の現像液供給源48A(48B)を設け、例えばバルブの切り替えにより所定の濃度の現像液を供給可能な現像液供給源48A(48B)を選択するようにしてもよい。これ流量調整部やバルブなどは、現像液の濃度調整部の一部をなすものである。

【0044】

本発明においては、現像液ノズル4A(4B)は、ウエハWの外側から中央部まで移動させるスキャン動作は1回に限られず、複数回例えば2~4回、更にはそれ以上行うようにしてもよい。何回行うかは処理するレジストに必要な現像時間に応じて決められる。具体的には、中央部に到達するまでの移動を例えば1秒に設定した場合、必要な現像時間が例えば10秒であれば10回のスキャンを行う。この場合であっても上述の場合と同様の効果を得ることができる。更にこの例においては、1回目と2回目(及びそれ以降)に供給する現像液の温度及び/又は濃度を変えるようにしてもよい。どのように温度及び濃度を変えるのは例えば予め実験を行って決めるようにするのが好ましいが、具体的な一例を挙げると、例えば2回目のスキャンにおいて低濃度の現像液を供給して溶解を抑止すると共にレジスト溶解成分を拡散させて当該レジスト溶解成分が悪影響をするのを抑えるようにしてもよい。

【0045】

本発明においては、ウエハWの外側から中央部まで移動させた後、ウエハWの中央部上方で静止させた状態で所定の時間だけ現像液を供給するようにしてもよい。どれくらい静止させるかは、前記したのと同様に処理するレジストに必要な現像時間に応じて決められる。この場合であっても同様の効果を得ることができる。更に、前記した複数回のスキャン動作と、中央部上方で静止させる動作とを組み合わせるようにしてもよい。

【0046】

なお、現像液ノズル4A(4B)の移動方向は、ウエハWの外側から中央部側に向かう方向に限られず、例えば中央部側から外側に向かって移動させるようにしてもよく、またウエハWの一端側から多端側に向かって直径方向に移動させるようにしてもよい。但し、中央部から外側に移動させる場合、遠心力の作用により現像液が外側に流れて中央部の表面が乾いてしまうことがあるため注意が必要である。

【0047】

本発明においては、2本の現像液ノズル4A、4Bを備えた構成に限られず、1本の現像液ノズルを備えた構成としてもよい。この場合であっても上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【0048】

更に本発明においては、レジストの種類に応じて温度を調節する構成に限られず、例えば現像装置が置かれるクリーンルームの温度例えば23℃に一律に温度を調節する構成としてもよい。この場合であってもウエハW毎に同じ温度の現像液を供給することができるので、例えば同じ種類のレジストが塗布されたウエハW群に対しては均一な現像を行うことができる効果を得ることができる。既述したように帯状の現像液を吐出することにより現像液の使用量を少なくすることができ、また現像時間の短縮化を図ることができる。

【0049】

本発明においては、基板はウエハWに限られず、例えばLCD基板、フォトマスク用レ

クチル基板であってもよい。更には既述の現像液ノズル 4A (4B) の構成は、例えばレジストを基板に塗布するための塗布液ノズルなどにも適用することができる。

【0050】

最後に上述の現像装置が組み込まれ塗布・現像装置の一例の構成について図 9 及び図 10 を参照しながら簡単に説明する。図中 B1 は基板であるウエハ W が例えば 13 枚密閉収納されたカセット C を搬入出するためのカセット載置部であり、カセット C を複数個載置可能な載置部 90a を備えたカセットステーション 90 と、このカセットステーション 90 から見て前方の壁面に設けられる開閉部 91 と、開閉部 91 を介してカセット C からウエハ W を取り出すための受け渡し手段 A1 とが設けられている。

【0051】

カセット載置部 B1 の奥側には筐体 92 にて周囲を囲まれる処理部 B2 が接続されており、この処理部 B2 には手前側から順に加熱・冷却系のユニットを多段化した棚ユニット U1, U2, U3 と、後述する塗布・現像ユニットを含む各処理ユニット間のウエハ W の受け渡しを行う主搬送手段 A2, A3 とが交互に配列して設けられている。即ち、棚ユニット U1, U2, U3 及び主搬送手段 A2, A3 はカセット載置部 B1 側から見て前後一列に配列されると共に、各々の接続部位には図示しないウエハ搬送用の開口部が形成されており、ウエハ W は処理部 B1 内を一端側の棚ユニット U1 から他端側の棚ユニット U3 まで自由に移動できるようになっている。また主搬送手段 A2, A3 は、カセット載置部 B1 から見て前後方向に配置される棚ユニット U1, U2, U3 側の一面部と、後述する例えば右側の液処理ユニット U4, U5 側の一面部と、左側の一面をなす背面部とで構成される区画壁 93 により囲まれる空間内に置かれている。また図中 94, 95 は各ユニットで用いられる処理液の温度調節装置や温湿度調節用のダクト等を備えた温湿度調節ユニットである。

【0052】

液処理ユニット U4, U5 は、例えば図 10 に示すように塗布液 (レジスト液) や現像液といった薬液供給用のスペースをなす収納部 96 の上に、塗布ユニット COT、本発明に係る現像装置を備えた現像ユニット DEV 及び反射防止膜形成ユニット BARC 等を複数段例えば 5 段に積層した構成とされている。また上述の棚ユニット U1, U2, U3 は、液処理ユニット U4, U5 にて行われる処理の前処理及び後処理を行うための各種ユニットを複数段例えば 10 段に積層した構成とされており、ウエハ W を加熱 (ベーク) する加熱ユニット、ウエハ W を冷却する冷却ユニット等が含まれる。

【0053】

処理部 B2 における棚ユニット U3 の奥側には、例えば第 1 の搬送室 97 及び第 2 の搬送室 98 からなるインターフェイス部 B3 を介して露光部 B4 が接続されている。インターフェイス部 B3 の内部には処理部 B2 と露光部 B4 との間でウエハ W の受け渡しを行うための 2 つの受け渡し手段 A4, A5 の他、棚ユニット U6 及びバッファカセット C0 が設けられている。

【0054】

この装置におけるウエハの流れについて一例を示すと、先ず外部からウエハ W の収納されたカセット C が載置台 90 に載置されると、開閉部 91 と共にカセット C の蓋体が外されて受け渡し手段 AR1 によりウエハ W が取り出される。そしてウエハ W は棚ユニット U1 の一段をなす受け渡しユニット (図示せず) を介して主搬送手段 A2 へと受け渡され、棚ユニット U1 ~ U3 内の一の棚にて、塗布処理の前処理として例えば反射防止膜形成処理、冷却処理が行われ、しかる後塗布ユニット COT にてレジスト液が塗布される。続いてウエハ W は棚ユニット U1 ~ U3 の一の棚をなす加熱ユニットで加熱 (ベーク処理) され、更に冷却された後棚ユニット U3 の受け渡しユニットを経由してインターフェイス部 B3 へと搬入される。このインターフェイス部 B3 においてウエハ W は例えば受け渡し手段 A4 → 棚ユニット U6 → 受け渡し手段 A5 という経路で露光部 B4 へ搬送され、露光が行われる。露光後、ウエハ W は逆の経路で主搬送手段 A2 まで搬送され、現像ユニット DEV にて現像されることでレジストマスクが形成される。しかる後ウエハ W は載置台 90

上の元のカセットCへと戻される。

【図面の簡単な説明】

【0055】

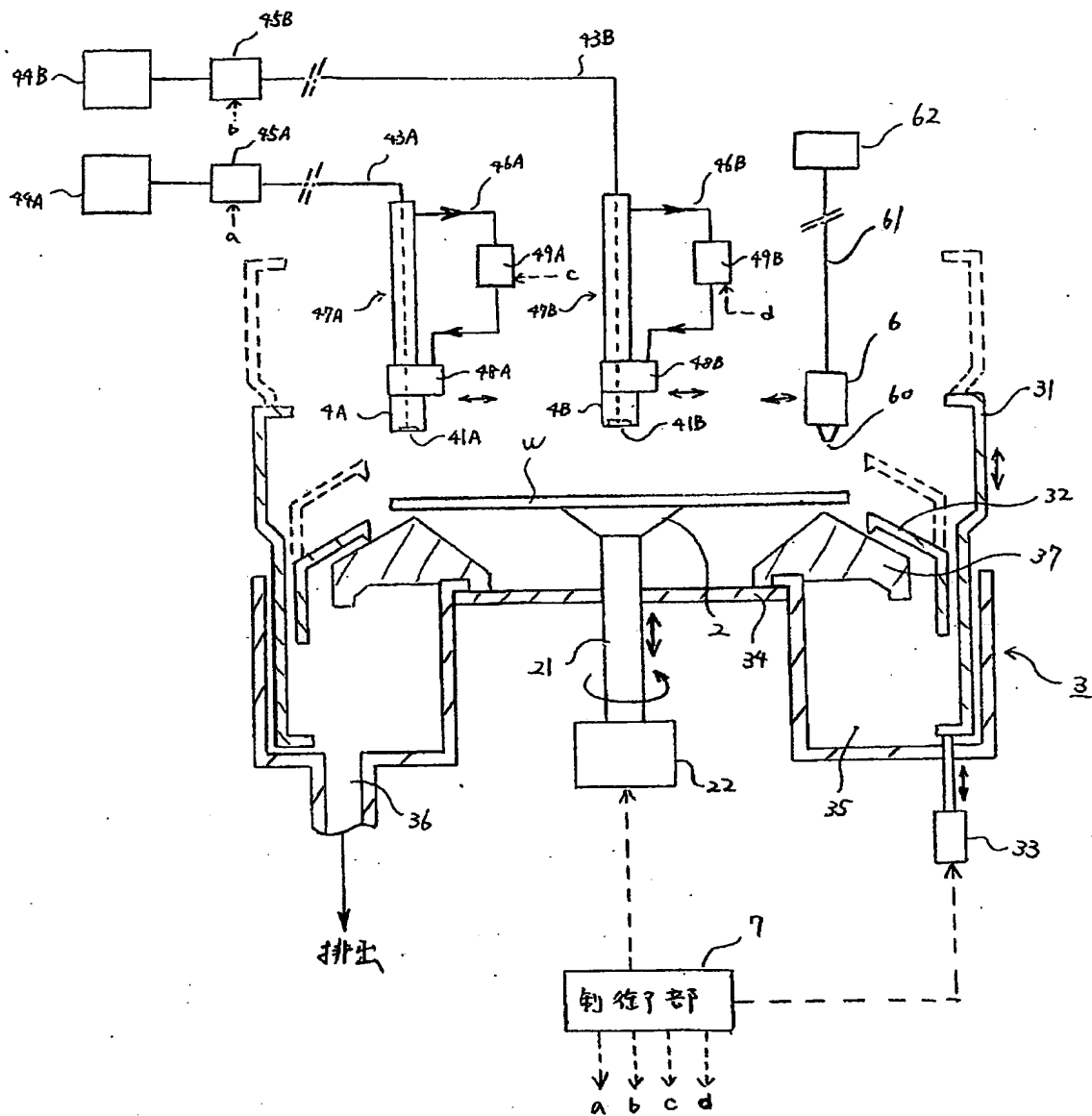
- 【図1】 本発明の現像装置の実施の形態にかかる現像装置を示す縦断面図である。
- 【図2】 本発明の現像装置の実施の形態にかかる現像装置を示す平面図である。
- 【図3】 上記現像装置の現像液ノズルを示す斜視図である。
- 【図4】 上記現像装置の現像液供給手段を示す説明図である。
- 【図5】 上記現像装置を用いてウエハを現像処理する工程を示す工程図である。
- 【図6】 ウエハの表面に現像液が供給される様子を示す説明図である。
- 【図7】 ウエハの表面に現像液が供給される様子を示す説明図である。
- 【図8】 パターンの線幅と現像時間の関係を示す特性図である。
- 【図9】 前記現像装置を組み込んだ塗布・現像装置の一例を示す平面図である。
- 【図10】 前記現像装置を組み込んだ塗布・現像装置の一例を示す斜視図である。
- 【図11】 従来の現像装置を示す説明図である。
- 【図12】 従来の他の現像装置を示す説明図である。

【符号の説明】

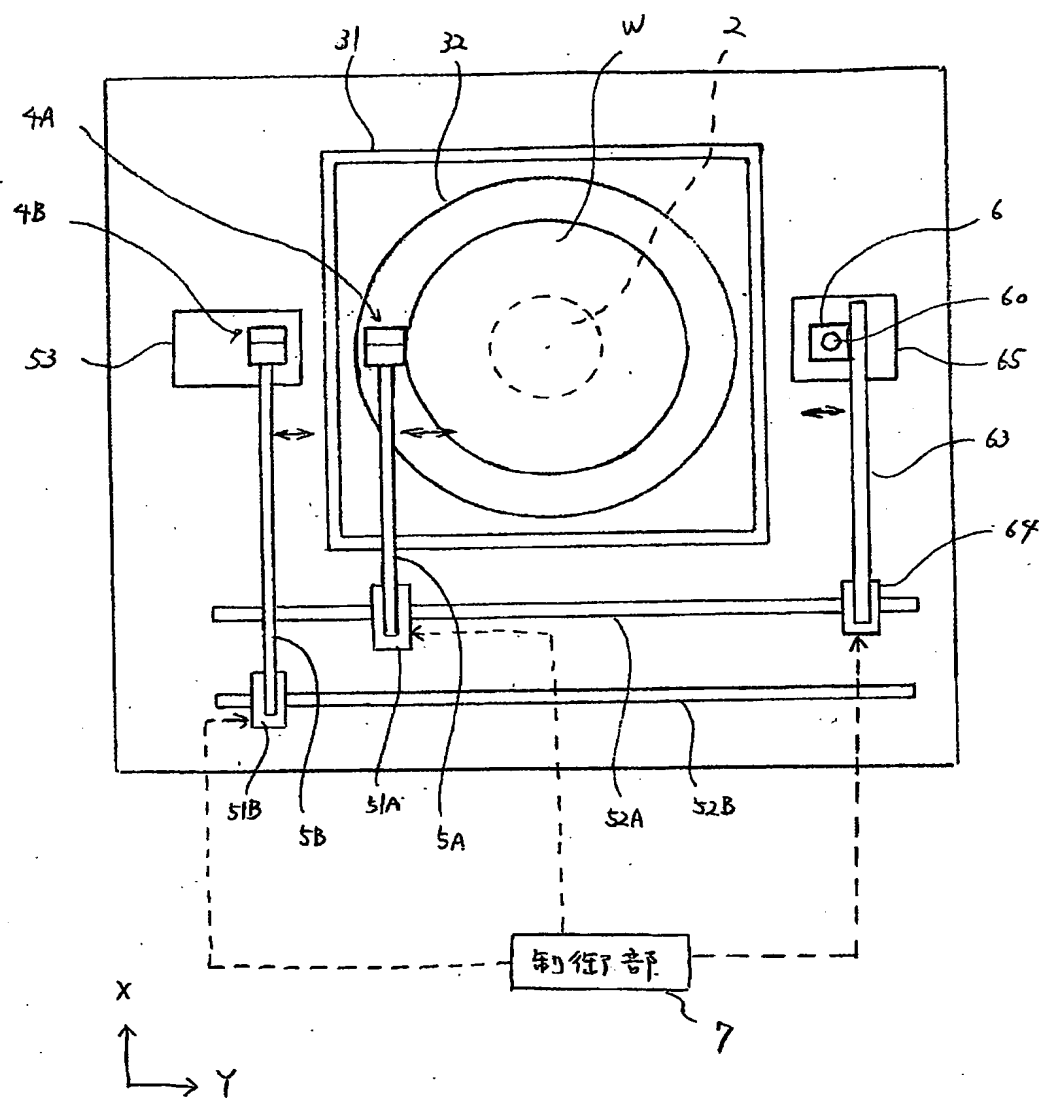
【0056】

- W ウエハ
- 2 スピンチャック
- 3 カップ体
- 4 A 第1の現像液ノズル
- 4 B 第2の現像液ノズル
- 4 1 A、4 1 B 吐出口
- 4 5 A、4 5 B 温度調節部
- 4 7 A、4 7 B 二重管
- 4 9 A、4 9 B 主温度調節部
- 6 リンス液ノズル
- 7 制御部

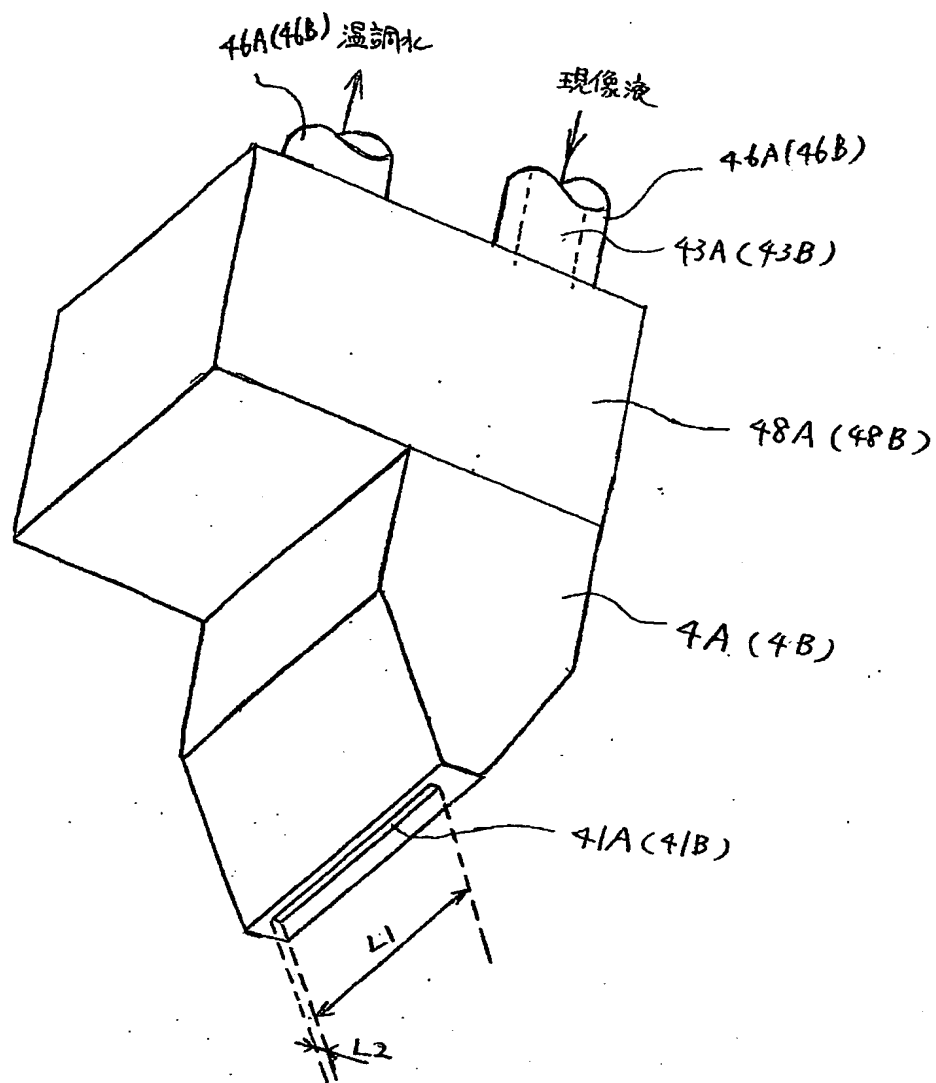
【書類名】 図面
【図 1】



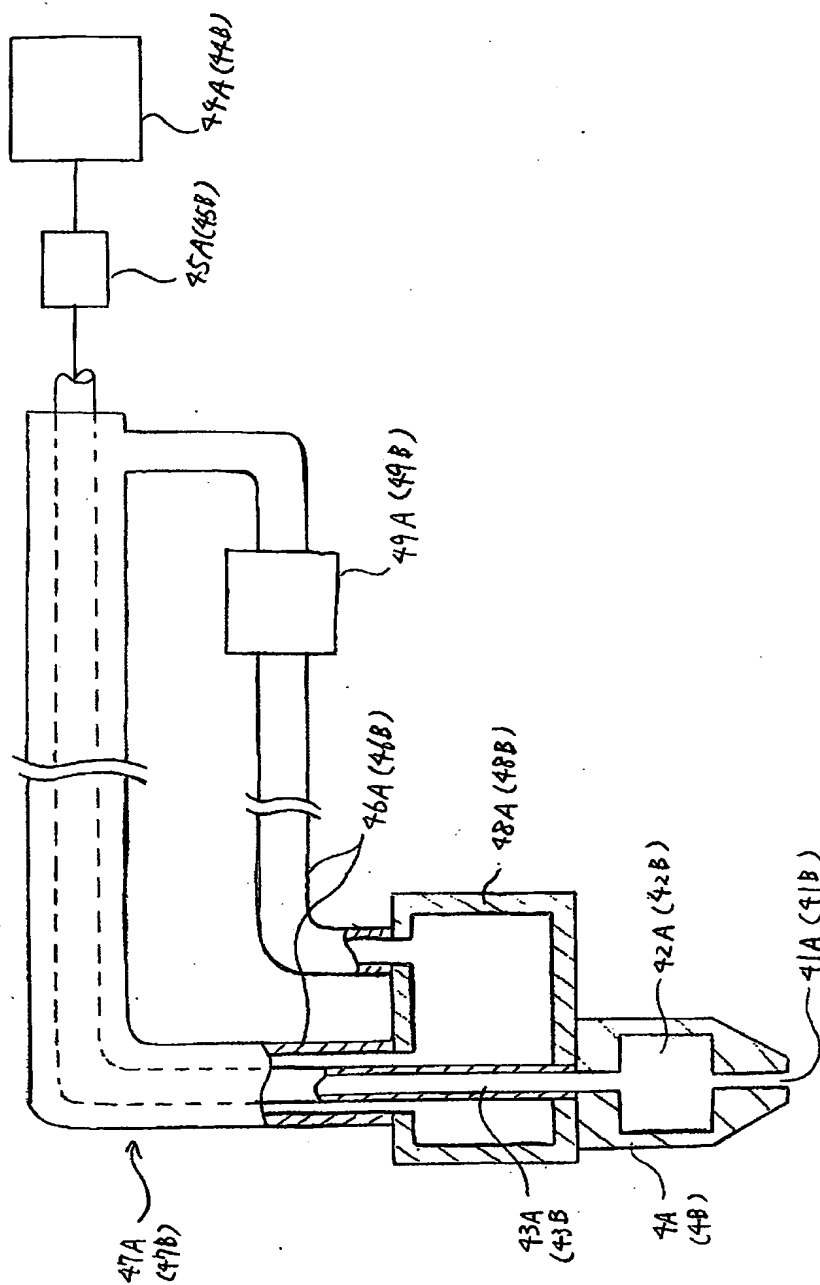
【圖 2】



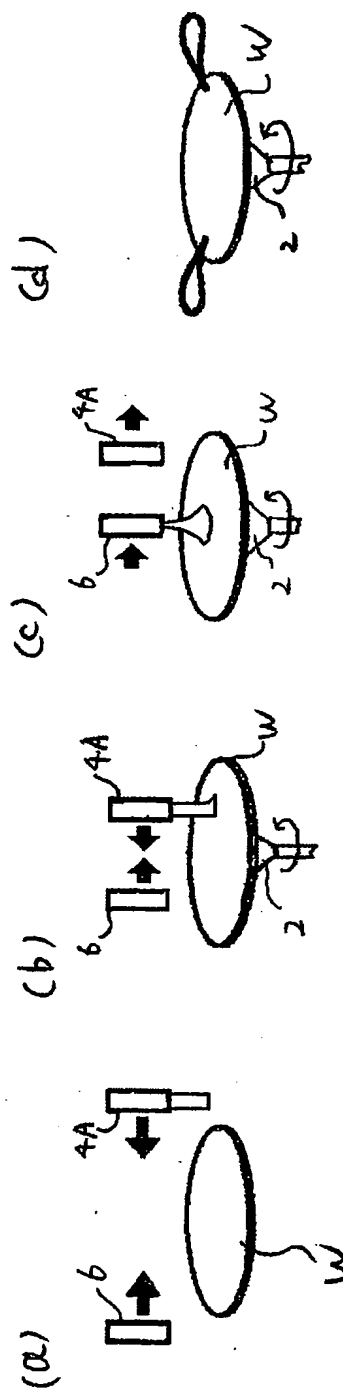
【図 3】



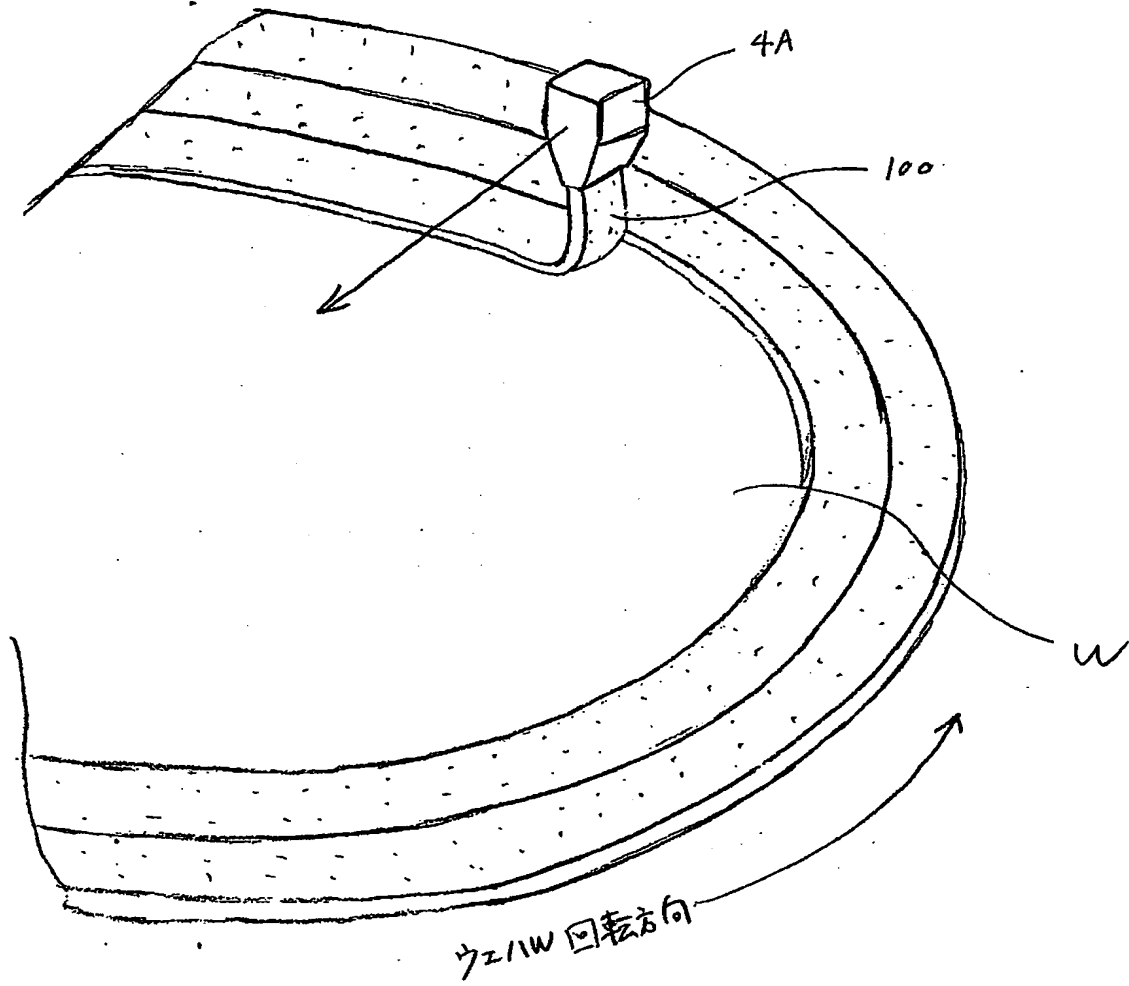
【図 4】



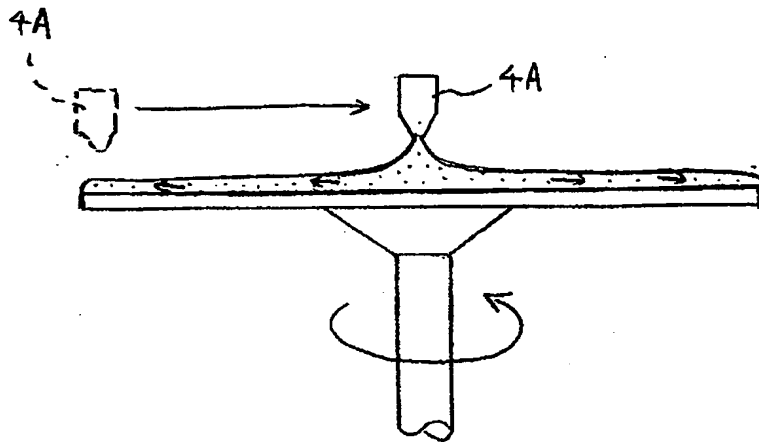
【図 5】



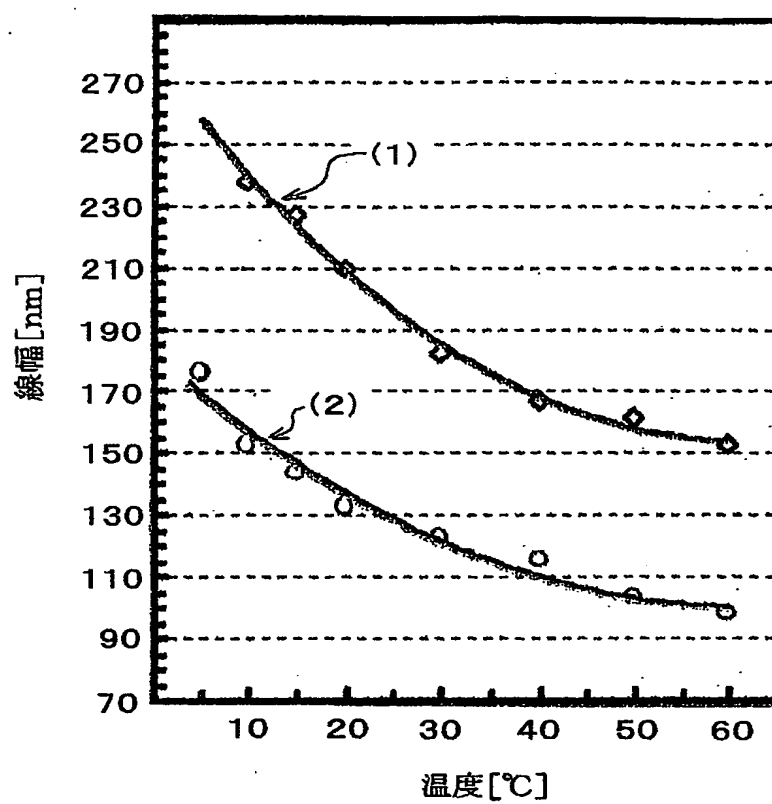
【図6】



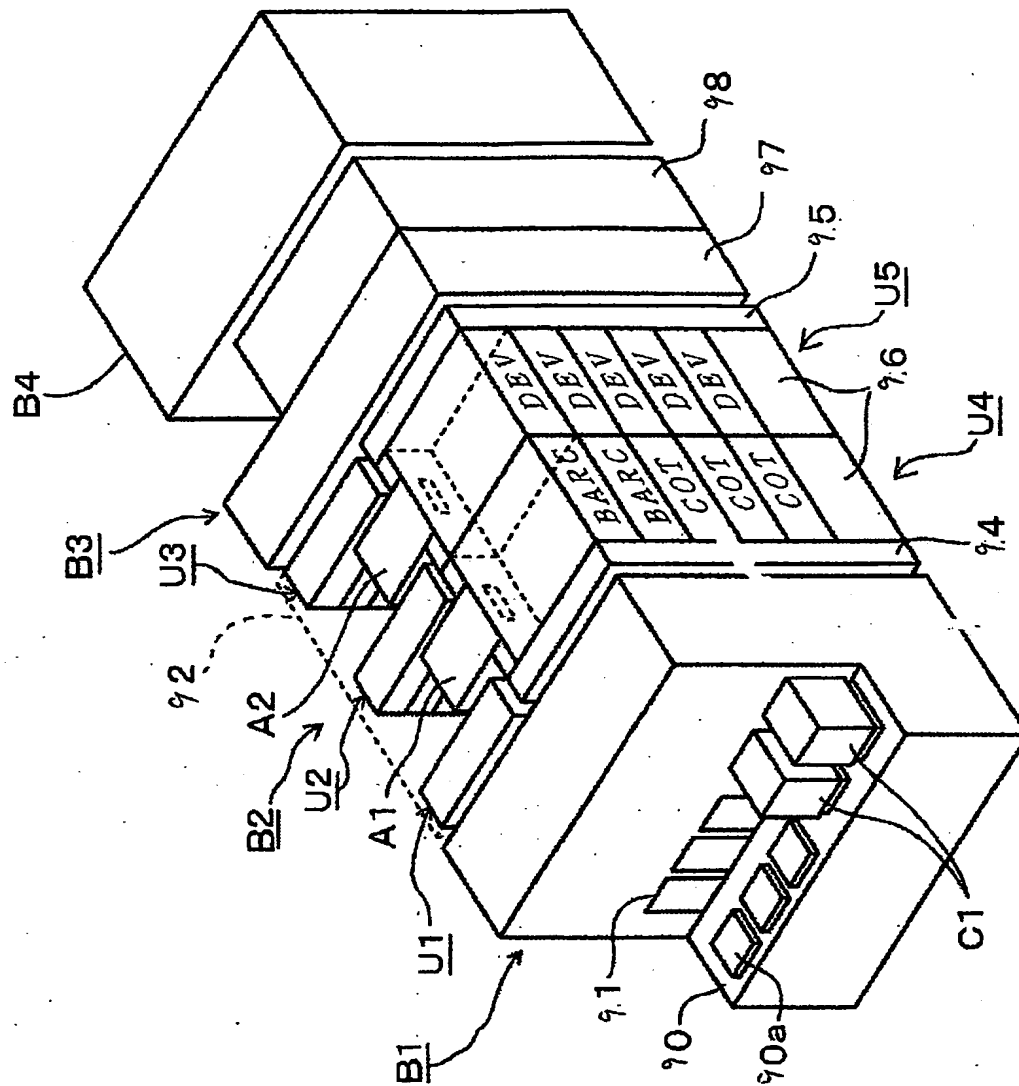
【図 7】



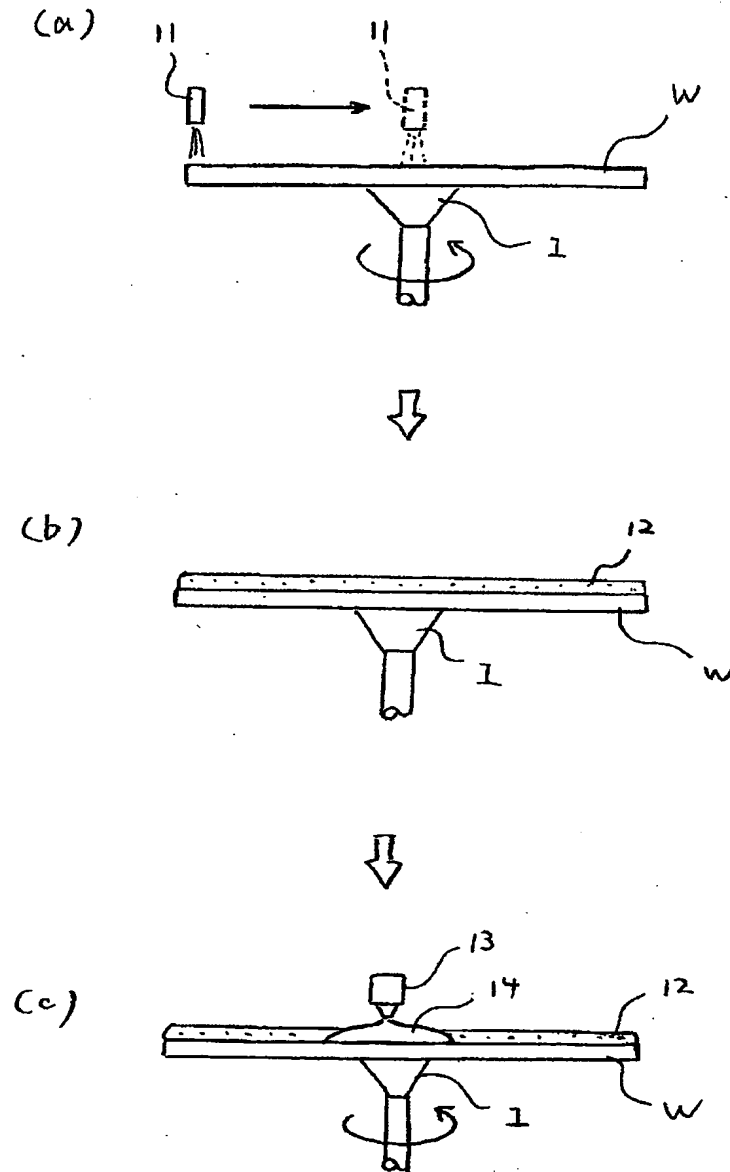
【図 8】



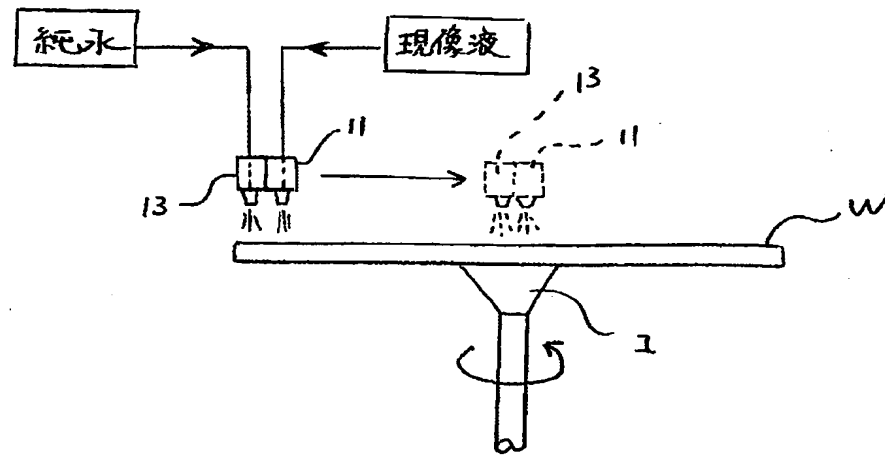
【図10】



【図11】



【図 12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 その表面にレジストが塗布され、露光された後の基板を現像するにおいて、少ない現像液量で短時間に現像すること。

【解決手段】 基板保持部上に保持された表面にレジストが塗布され、露光された後の基板に対して現像処理するにあたり、基板を鉛直軸回りに回転させると共に、スリット状の吐出口から帯状に現像液を吐出しながら現像液ノズルを基板の外側から中央部に向かって移動させ螺旋状に現像液を供給する構成とする。この場合、現像液ノズルの移動速度を大きく設定することができるので現像時間の短縮化を図ることができ、薄膜状に現像液を供給できるので少ない量の現像液で現像することができる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 4 3 5 8 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社